

光照强度对大空间液体培养无糖菊花组培苗生长特性的影响

宋越冬, 马明建

(山东理工大学 轻工与农业工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要: 在自行研制的大空间组培苗栽培系统内测定了光照强度对液体培养的无糖菊花组培苗生长的影响。结果表明: 增加光照对无糖菊花组培苗的生长有促进作用, 当光照强度为 5 500~6 500 lx 时, 对菊花组培苗的生长最为适宜。

关键词: 开放空间; 无糖; 组培苗; 液体培养; 光照强度

中图分类号: S 682.1⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)07-0044-03

传统的植物组织培养方法是植物培养在密闭的容器中, 达到了栽培环境无菌的目的。但是由于环境密闭, 跟外界不能进行气体交换, 所以培养容器白天 CO₂ 浓度低夜间却过高, 同时存在光照弱、湿度高等问题, 这些都限制了植株进行光合作用^[1-3], 迫使植物转作异养或兼养生长, 为此必须在培养基内添加外源糖以提供生长所需的碳源, 而糖又会产生光合抑制效应^[4]。可见, 组培苗的生长方式受到微环境的强烈影响。这样得到的植株直接移栽大田后, 由于自身的光合能力退化, 导致存活能力较差, 生产中要增加练苗阶段, 无疑增加了生产成本。若能同时改善 CO₂ 浓度和光照, 并且培养基中不加糖, 使得组培苗的光合自养能力得到发展, 设计制作专门的组培环境装置以改善组培苗的生长条件, 满足组培苗光合自养的需求, 提高成品苗的生产效率, 降低组培成本, 实现大规模无糖培养, 是近年来各国组培工作者面临的新研究课题。现利用课题组自行研制的开放空间组培系统, 在无糖和增加 CO₂ 浓度条件下, 分析光照强度对菊花生长的影响, 为实现无糖大空间组培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

采用山东理工大学轻工与农业工程学院工厂化农业研究中心培养的菊花组培苗为试材。

1.2 方法

选择生长状态一致的菊花瓶苗切段, 每段带 2 个节间, 接种在自行研制的开放空间组培系统内, 系统主要

结构示意图如图 1 所示。该系统采用液体培养, 培养液为 1/2MS 培养基, 不加任何激素; 定植采用的基质为珍珠岩, 将珍珠岩装入直径为 3 cm, 高为 3 cm 的营养钵中, 将营养钵放入培养系统中的培养槽中, 株行距为 5 cm×5 cm。同时, 用传统方法接种 20 瓶组培苗做对照(CK), 对照培养基为 MS 培养基, 不加任何激素, 蔗糖为 20 g/L, 琼脂为 7 g/L, 培养容器为透明的玻璃瓶, 其中灌入 50 mL 的培养液, 剩余空气容积为 300 mL, 消毒后每培养瓶接种 5 个; 将对照一并放入开放空间组培系统内培养。

开放空间内的组培苗的光照强度设为 5 个水平, 分别为 2 500、3 500、4 500、5 500、6 500 lx; 每处理做 25 株, 重复 3 次。

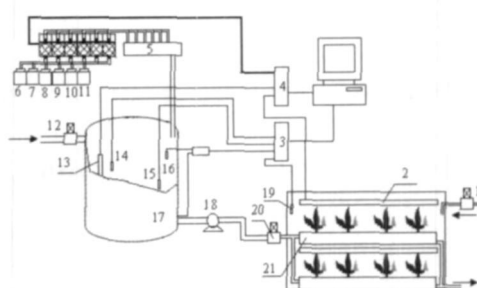


图 1 开放空间组培苗培养系统结构简图

Fig. 1 The constructional diagram of micropropagation system for openspace

1. 二氧化碳源; 2. 日光灯; 3. 数据采集板卡; 4. 控制板卡; 5. 营养液消毒设备; 6~11. 营养液调控设备; 12. 回液管道; 13. 加热棒; 14~16. 营养液性态传感器; 17. 储液罐; 18. 供液泵; 19. 环境传感器; 20. 电磁阀; 21. 培养槽。

培养期间, 温度白天控制在 24~28℃, 夜间控制在 18~20℃之间, 相对湿度白天保持在 70%~80%之间, 夜间在 90%~95%之间, 光照周期为 12 h/d, CO₂ 浓度为 1 300 μmol/mol, 调控从 9~15 时, 其余时间的 CO₂ 浓度

第一作者简介: 宋越冬(1968-), 女, 硕士, 实验师, 现从事植物组织培养研究工作。E-mail: songyuedong68@qq.com。

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目(2003ZX10)。

收稿日期: 2009-02-15

取决于系统的自然状态,控制系统不再对其调控;营养液的供给由系统根据栽培箱内的湿度、温度、培养基质情况采用模糊控制法进行调控。培养21 d 后,测量各处理的株高,开展度,根数,根长,茎粗、叶片数,节间长度,叶面积,植株鲜重和干重;叶面积和茎粗由该研究系统在线数据采集得到。处理组和对照组各随机取 7 株测量,重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 对开放空间内无糖菊花组培苗根系生长特性影响
光照强度对开放空间内无糖菊花组培苗根系生长作用如图 2 所示。从中可看出,不同的光照强度对组培苗的根数和根长都有影响。随光照强度的增加,开放空间的无糖菊花组培苗根的数目也在增加。所有设定的5个处理,根数目都比对照要多,最低的根数(2 500 lx)

是对照的 2.13 倍,而最高(6 500 lx)是对照的 3.7 倍,由此可以看出增加光照强度有利于根的生长,但并不是越高越好;从图中可以看出,光照强度为 5 500 lx 和 6 500 lx 的 2 个处理,根的数目相似,没有差异。而对于根长度方面,在光照强度低于 5 500 lx 时,处理与对照相等或者弱低于对照,但是当强度达到 5 500 lx 以后,植株的根长度明显高于对照,是对照长度的 2 倍多。可以看出,开放空间下增加光照强度有利于植株根系的生长。这是因为开放空间中的植物叶片蒸腾作用强,从而刺激植株根系发育以利于水分的吸收。试验中发现,对照虽然根的数目比处理要少,但是对照组的植株根粗壮,可是这些粗壮的根上却没有或者很少有根毛,而且根颜色灰暗,处理组的根上密布洁白的根毛,这些差异表明对照组的根系吸收功能较差。

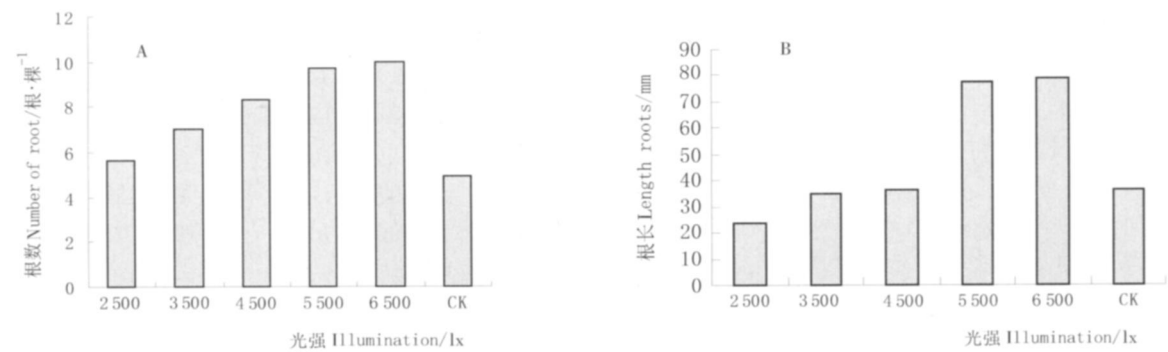


图 2 不同光强对植株根系的作用

Fig.2 The effect of different illumination on roots

注: A 根数目 The number of roots; B 根长 The length of roots.

2.2 对开放空间内无糖菊花组培苗叶影响
不同光照强度对开放空间系统中无糖菊花组培苗叶片数和叶面积影响如表 1 所示。

从表 1 可以看出,不同的光照强度对无糖组培苗的叶片面积有影响。随着光照强度的增加,整个植株的叶片面积也在增大,但是当光照强度达到 5 500 lx 之后,虽然再加光强,对叶片面积的影响却不再明显,所有的 5 个处理叶片面积跟对照都有显著差异性,在光照强度

5 500 lx 时的面积是对照的 6.7 倍,说明开放空间有利于组培苗叶片面积的增大;而对于植株的叶片数,在该试验中发现,培养 21 d 后,无论是开放空间还是传统方法,叶片数目一致,在 6~7 片之间,表现没有差异,这个结论跟文献报道有差异^[3]。

2.3 对株高、节间长度、开展度和茎粗的影响

不同光强下的植株的株高、节间长度、开展度和茎粗如图 3 所示。

从图 3 可以看出,外加光强的不同对无糖菊花组培苗的株高、开展度、节间长度和茎粗都有影响。株高方面,所有的处理都比对照要矮,而且随着光强的增加植株变矮,当光强 5 500~6 500 lx 之间时,植株的高度相差无几;光强反应在其它方面是光照越弱植株茎粗越小,开展度也越小,节间却是越来越长,而且 5 个处理比对照都有差异性,处理组的植株比对照组植株矮壮,开展度大、节间短等特点;这些特点与自然状态下植物表现的形状相一致,即植物生长时光线不足会引起植株徒长,而徒长苗会出现抗病性弱、成活率低等不良性状,说

表 1 不同光强下植株叶片情况

Table 1 The effect of different illumination on foliage

| 光照强度 Illumination/ k | 叶片数 number of leaves / 片 · 株 ⁻¹ | 叶面积 Leaves area/mm ² · 株 ⁻¹ |
|-------------------------|---|--|
| 2 500 | 6. 3a | 203. 8a |
| 3 500 | 6. 7a | 358. 6b |
| 4 500 | 6. 3a | 406. 6c |
| 5 500 | 6. 4a | 583. 7d |
| 6 500 | 6. 6a | 580. 2d |
| CK | 6. 5a | 86. 8e |

注: 不同小写字母表示新复极差测验显著差异(P<0. 05)。
Note: figures followed by different small letters are significantly different at p< 0. 05 levels.

明传统组培苗弱的原因之一是光强太弱, 所以组培中适当增加光照强度是必要的。

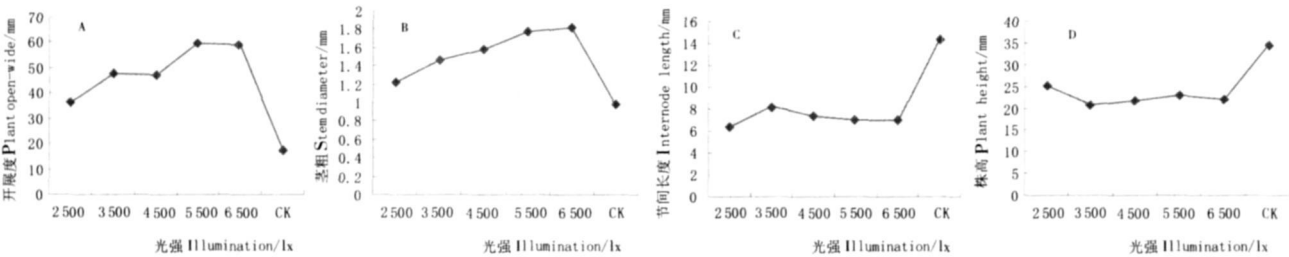


图 3 不同光强下无糖组培苗的株高、开展度、茎粗和节间长度
Fig. 3 The effect of different illumination on internode length , height stem diameter and open-wide of micropropagation
注: A. 开展度 Plant open-wide; B. 茎粗 Stem diameter; C. 节间长度 Internode length; D. 株高 Plant height.

2.4 对植株重量的影响

不同光照强度对无糖组培菊花苗重量的影响如表 2 所示。随光照强度的增加, 植株的鲜重和干重都增加, 当光照强度增加到 6 500 lx 时, 发现植株无论鲜重还是干重跟 6 500 lx 时没有明显差异; 所有的 5 个处理在鲜重和干重方面都比对照要高, 鲜重方面, 最高(5 500 lx)是对照的 2. 62 倍, 最低(2 500 lx)是对照的 1. 2 倍, 而干重方面的效果更加明显, 最高(6 500 lx)是对照的 5. 1 倍, 最低(2 500 lx)是 2.1 倍; 这是由于开放空间下, 由于光照强度加大, 使得植株叶片面积增大, 加强了植物的光合作用, 从而使得植株干物质积累增加, 表现出植株重量比对照明显增加。

| 表 2 对植株重量的影响 | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Table 2 The effect on plant weight | | |
| 光照强度 Illuminance/lx | 鲜重 Fresh weight /g · 株 ⁻¹ | 干重 Dry weight /g · 株 ⁻¹ |
| 2 500 | 0. 2993a | 0. 0218a |
| 3 500 | 0. 3562b | 0. 0263a |
| 4 500 | 0. 4008c | 0. 0312b |
| 5 500 | 0. 6498d | 0. 0526c |
| 6 500 | 0. 6439d | 0. 0527c |
| CK | 0. 2481e | 0. 0103d |

注: 不同小写字母表示新复极差测验显著差异(P<0.05)。
Note: Figures followed by different small letters were significantly different at P<0.05 levels.

3 讨论

试验是在课题组自行研制的大空间组培系统内完成的。这个系统可以在线检测 and 调控组培苗培养环境中的 CO₂ 浓度、光照强度以及温湿度等指标。该试验是在增加 CO₂ 的前提下探讨了液体培养的无糖菊花组培苗对光照强度的反应。在最佳光照强度下, 液体培养的无糖菊花组培苗健壮、根系发达, 植株重量高于对照, 所培养的植株可以直接应用于生产, 省略了传统组培的练苗阶段。试验的成功, 为工厂化无糖组培苗提供了实践依据。对于其他植物的相应试验将在以后研究中开展期望通过系统研究为我国开放空间无糖组培苗提供系统的理论支持。

参考文献

[1] Kozai T, Fujiwara K, Kitaya Y. Modeling measurement and control in plant tissue culture[J]. Acta Hort, 1996, 393: 63-73.
[2] Dube S, Vidaver W. Photosynthetic competence of plants grown in vitro[J]. Physiol Plant, 1992, 84: 409-416.
[3] Buddendorf-Joosten J M G, Woltering E J. Components of the gaseous environment and their eddect on plant growth and wvelopment in vitro [J]. Plant Growth Reg 1994 15: 1-16.
[4] Desjardins Y. Photosynthesis in vitro-On the factors regulating CO₂ as-similation in micropropagation systems [J]. Acta Hort, 1995, 359: 45-57.
[5] 崔瑾, 徐志刚, 李式军, 等. CO₂ 浓度和光合光子通量密度对叶用甘薯组培苗光合自养过氧化物酶活力的影响[J]. 应用与微生物学报 2003, 9(5): 482-484.

Studies of Illuminance on Growth Characteristics of Sugar-free Micropropagation with Liquid Culture in Open-space of *Chrysanthemum* Plantlets

SONG Yue-dong MA Ming-jian
(School of Light Industry and Agriculture Engineering for Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China)

Abstract: The growth rate of sugar-free micropropagation of *Chrysanthemum* plantlets was observed by the plant tissue culture system by ourselves. The effects of different illuminance on growth characteristic of *Chrysanthemum* plantlets were analyzed. The results showed it was efficient to promote the growth of sugar-free tissue culture of *Chrysanthemum* appropriately enhancing light concentration, the growth rate of the plantlets was significantly enhanced when the illuminance concentration were between 5 500 lx and 6 500 lx.

Key words: Open-space; Sugar-free; Plant tissue culture; Liquid culture; Illuminancence